

REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL ELECTRO-OPTICAL DEVICE

Patent Number: JP4116515
Publication date: 1992-04-17
Inventor(s): SONEHARA TOMIO
Applicant(s):: SEIKO EPSON CORP
Requested Patent: JP4116515
Application Number: JP19900236455 19900906
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/133
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To obtain the large margin of production to the thickness of a liquid crystal layer by inserting and holding twisted nematic liquid crystal layer so that linearly polarized light can be made incident turned to circularly polarized light on a reflecting face and turned to linearly polarized light turning the polarizing face at 90 deg. from the incidental light on an emitting face after reflection.

CONSTITUTION:A twisted nematic liquid crystal 104 is inserted and held between a transparent base plate 101 and a counter base plate 103 equipped with a reflector 102. When a voltage is zero and linearly polarized light 401 is made incident, the track of elliptically polarized light is turned, turned to almost circularly polarized light 402 on the reflecting face, turned to the elliptically polarized light again on the liquid crystal layer by reflection and turned to linearly polarized light 403 turning the polarizing face about at 90 deg. on the emitting face. Therefore, the incidental polarized light can be optimized by a twist angle, birefringence of liquid crystal and product with the thickness of the liquid crystal layer as the parameters of a liquid crystal cell. Thus, the electro-optical device having the large margin of production can be obtained.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-116515

⑥Int.Cl.⁵

G 02 F 1/133

識別記号

500

庁内整理番号

8806-2K

⑩公開 平成4年(1992)4月17日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全10頁)

⑤発明の名称 反射型液晶電気光学装置

⑥特 願 平2-236455

⑦出 願 平2(1990)9月6日

⑧発明者 曾根原富雄 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑨出願人 セイコーエプソン株式 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
会社

⑩代理人 弁理士 鈴木喜三郎 外1名

明細書

1. 発明の名称

反射型液晶電気光学装置

2. 特許請求の範囲

1) 対向する二枚の基板間にツイストしたネマチック液晶を挟持した反射型液晶電気光学装置において、直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする反射型液晶電気光学装置。

2) 前記ツイストしたネマチック液晶の入射面の分子軸に斜めに直線偏光した入射光が入り、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする請求項1記載の反射型液晶電気光学装置。

3) 対向する二枚の基板間にツイストしたネマ

チック液晶を挟持した反射型液晶電気光学装置において、入射面に円偏光が入り、反射面で直線偏光となり、反射後出射面では入射円偏光と逆回りの円偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする反射型液晶電気光学装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は液晶を用いた反射型液晶電気光学装置に関する。

[従来の技術]

従来のツイストした液晶を用いた反射型液晶電気光学装置は一軸性の電気光学媒体を1/4入の波長板として使うもの、U.S.P.4019807、特開昭56-43681に記載のようにツイスト角を45度とし、出射光は梢円偏光であった。

[発明が解決しようとする課題]

しかし、従来の反射型液晶電気光学装置には液晶層の厚みに対し余裕が少なく、表示性能にむらが生じ易いという課題があった。更に出力光が精

円偏光であるために、光量の損失が生じるという課題もあった。そこで本発明では、液晶セルのパラメーターであるツイスト角、液晶の複屈折と液晶層厚の積(μm単位、以下、 $\Delta n d$ と称する)、入射偏光の最適化をすることによって光量損失の少ない、製作上のマージンの多い反射型電気光学装置を提供することを目的とするものである。

[課題を解決するための手段]

本発明の反射型液晶電気光学装置は、直線偏光した入射光が入り、反射面では円偏光となり、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする。

さらにツイストしたネマチック液晶の入射面の分子軸に斜めに直線偏光した入射光が入り、反射後出射面では入射光と90度偏光面が回転した直線偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする。

また入射面に円偏光が入り、反射面で直線偏光となり、反射後出射面では入射円偏光と逆回りの

うに基板界面で平行に配向し、上下の基板間でツイスト角201をなすように配向処理されている。この配向処理はラビング、射方蒸着等により行うことができる。液晶セルのパラメーターはネマチック液晶層のツイスト角201、 $\Delta n d$ 、偏光板角205となる。なお以下の説明において、角度パラメーターはすべて反射体を正面にみて同じ回転方向を正としている。

第3図は第1図の装置の印加電圧と反射率の特性である。301はツイスト角83°、 $\Delta n d=0.2$ 、偏光板角0°の特性、302はツイスト角180°、 $\Delta n d=0.56$ 、偏光板角83°の特性である。なお、使用波長は550nmである。

次に簡単に原理を説明する。第4図は液晶層での偏光の変化を示した図である。なお最も簡単な場合であるツイスト角83°、 $\Delta n d=0.2$ 、偏光板角0°を使って説明する。電圧が零の時に直線偏光402が入射すると、図示するように精円偏光の軌跡が回転する。これが反射面ではほぼ円偏光401となる。反射され、再び液晶層で精円偏光となり、出

円偏光となるツイストしたネマチック液晶層を挟持したことを特徴とする。

以下、実施例により本発明の詳細を示す。

[実施例]

実施例1

第1図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。透明基板101と反射体102を設置された対向基板103の間にツイストしたネマチック液晶104がはさまれた構造となっている。また106は偏光素子であり入射光と出射光の偏光化と検光を行なう。105は電界を液晶層に印加するための透明電極である。もう一方の電極は金属薄膜で形成された反射体102が兼ねている。さらに入射面、透明電極面には減反射コーティングが施され、不要な光線反射を抑制している。第2図は液晶の配向を示す斜視図である。近接して設置された偏光素子により直線偏光となつた入射光206は、入射側の液晶分子のダイレクター203と電界振動面204のなす角205(以下偏光板角と称する)をもって入射する。液晶分子202の配列は、印加電圧が零の時、第2図のよ

射面ではほぼ90度偏光面が回転した直線偏光403となる。このため偏光板で阻止され、反射率が低下する(オフ状態)。次に電圧が印加された場合を説明する。液晶分子は誘電率の異方性のために、電界方向に再配列する。この状態では、液晶の複屈折を受けず、入射した直線偏光がそのまま維持されて反射し、出射する。従って反射率の低下はない(オン状態)。

このような偏光の変化を生ずるのは限られた条件のもとであり、この条件を観察検討した結果本発明にいたった。液晶層に求められる光学的な特性は、直線偏光の入射に対し透過後反射面で円偏光となること、液晶層を逆に透過したときに90度偏光面が回転していることのふたつである。

この条件を満たす液晶セルのパラメーターについて説明する。第5図(a)、(b)、(c)は $\Delta n d$ とオフ時の反射率を示すグラフである。なおパラメーターにツイスト角をとり、偏光板角は0°である。これによると、約60度のツイスト角、 $\Delta n d=0.2$ の時に反射率がほぼ零となるこ

とが分かった。更に詳細に調べた結果、63度のツイスト角が最適であることが分かった。一方オシ時の反射率は、偏光素子の透過率によって決まり、ほぼ一定である。

液晶層に求められる光学的な特性をさらに調べたところ、偏光板角、ツイスト角、 $\Delta n d$ の間に特定の条件が存在することがわかった。第6図(a)、(b)はそれぞれ、その条件を示すものであり、第6図(a)は偏光板角とツイスト角、第6図(b)は、ツイスト角と $\Delta n d$ の関係を示している。なお、第6図中の線種は(a)、(b)において各々対応する。また使用波長は550nmである。これによると偏光板角、 $\Delta n d$ 、ツイスト角の最適値は、上述した条件ばかりではなく、連続した条件設定が可能なことがわかる。またこの時の精円偏光の軌跡をみると、第4図の場合と同じように、反射面では円偏光となり、出射面では入射時と90度回転した直線偏光となることがわかった。さらに本装置の電気光学特性は従来のモードと異なり、第3図に示すように急峻性をツイスト角に

長が2倍になる反射型では、透過型の液晶素子では許容される液晶厚が製作上の問題となる。そこで $\Delta n d$ が少しでも大きいことが求められる。これは素子製作のマージンを大きくするためである。前述の $\Delta n d = 0.2$ の条件でみると、 Δn が小さな液晶の典型的な値、 $\Delta n = 0.08$ では、d が2.5 μmとなる。これに対し、従来例で述べた45度ツイストしたタイプでは、最適な液晶厚が2 μmを下まわり、素子の均一性や歩留まりを低下させる要因になっている。

第1図に示すような画素を作らない前面電極タイプは、自動車の電気制御防眩ミラーや光シャッターとして用いることができる。特に電気制御防眩ミラーに応用すると、従来の二色性色素タイプや、偏光板を表裏に設置したTNタイプに比べ透明時の反射率が高い効果が認められた。

また、XYマトリクスによってアドレスする通常の反射型の液晶表示装置に用いると、閾値特性を利用してマルチプレックス駆動ライン数を増やすことができる。

よって制御できる。これはSTN(スーパーティスト)液晶表示体と同じようなツイスト液晶の彈性による効果である。

また、偏光板角は90°周期で最適値が現わることがわかる。これは直線偏光が液晶のダイレクターに対し垂直に入射した場合も Δn の効果が全く同様に働くために生じるためである。

ところで第6図は単色光の場合の最適条件であり、実際のパラメーター決定においては、使用波長範囲を考慮して最適条件をシフトする必要がある。さらに液晶のプレチルト角による実効的な Δn を採用する必要がある。

なお第6図はツイスト角の範囲を200°としたが、これを超える範囲でも条件設定は可能である。しかし、この場合比較的大きな $\Delta n d$ が必要となり、波長による反射率変化が大きく、使用波長範囲が限定される。この波長による反射率変化を低く抑えるためには小さな $\Delta n d$ に設定する必要があるが、極端に小さな $\Delta n d$ では液晶厚が小さくなりすぎるため、この間で選択する必要がある。光学

実施例2.

第7図は偏光素子に偏光ビームスプリッター(以下、PBSと称する)を用いた反射型液晶電気光学装置の構成図である。

701がPBSであり、光源光703を直線偏光し液晶パネル702に入射させる。液晶パネルの構成、出射までのプロセスは実施例1と同様である。出射光を検光する手段がPBSでは入射時と90度ずれている。このため反射出力光は無電界時に小さくなり、印加電圧と反射率の特性は、実施例1の第3図と縦軸に対し対称なものとなる。

実施例3.

第8図はアクティブマトリクスによってアドレスされた反射型電気光学装置の断面図である。第8図はMOSトランジスターを各画素に配置した例である。802は画素電極、803は層間絶縁層、804は液晶層、805は対向する透明基板806に蒸着された透明電極、807は偏光板である。ここで用いたデ

バイスは日経エレクトロニクス(1981)2月16日号P.184に記載のものに準じている。他にもTFT、ダイオード等をアレイ化したアクティブマトリクスに適用することができる。

反射型の表示にすることによって、配線やアクティブ素子を画素電極の下に設置することができる。つまり画素面積に対する実際の画素である画素電極の割合(開口率)を、配線やアクティブ素子に係わらず確保でき、画素数の増加にともなう開口率の低下を防ぐことができる。

またゲストホスト型と比較すると、光量の損失が少ない。さらに従来のTN型反射液晶素子のように下側に偏光板、拡散型の反射板を必要としないため表示が明るく、カラーフィルターを用いることにより少ない照明下でもカラー画像が得られる利点がある。

更に液晶厚が薄い条件では、液晶層の保持容量が増加する利点もある。

実施例4.

界を液晶層に印加するための透明電極である。もう一方の電極は金属薄膜で形成された反射体1002が兼ねている。さらに入出射面、透明電極面には減反射コーティングが施され、不要な光線反射を抑制している。偏光素子1008には直線偏光板1007に位相板1008を設置した円偏光板を用いた。この偏光素子は、液晶層側に、 $1/4\lambda$ 板が偏光板の透過軸に対し高屈折率方位を 45° にして設置され、円偏光を出射する。また、 $1/4\lambda$ 板の高屈折率方位は液晶のダイレクターと直交するとよい。これは $1/4\lambda$ 位相板側の液晶層の光学主軸と位相板の高屈折率方位の配置を直交させることによって波長による進相、遅相を相殺し、反射スペクトルを補償するものである。第11図はオフ時の反射スペクトルであり、1101は $\Delta n d = 0.57$ 、ツイスト角 180° の時のスペクトル、1102は比較のために載せた実施例1における偏光板角 83° 、1101と同一液晶条件の直線偏光入射型の反射スペクトルである。実施例1とは反射率の縦軸に対し逆の特性を持っていることを考慮する必要があるが、OFF時の反射ス

第9図は光によってき込むタイプの反射型電気光学装置の断面図である。901は光導電体層であり、光によってインピーダンスが変化し、液晶層902にかかる電界を制御する。903は反射ミラー、904は透明電極である。この様な装置は特開昭56-43781や、J.Opt.Soc.Am., Vol.70, No.3, 287(1980)に開示されているが、本実施例では、液晶層の構成を前述したように $\Delta n d$ を0.2とし、約60度ツイストさせている。これにより従来は $\Delta n d = 0.18$ と小さく、液晶層厚が $2 \mu m$ 以下であったものが、本発明では $2 \mu m$ 以上に液晶層厚を増やすことができた。またPBSを用いて最適配置をした場合のオフ反射率が最大80%程度であったが、これもほぼ100%近くとれるようになった。

実施例5

第10図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。透明基板1001と反射体1002を設置された対向基板1003の間にツイストしたネマチック液晶1004がはさまれた構造となっている。1005は電

ベクトルは、ツイストした状態であってもより広いスペクトルを得られている。

第12図は第10図の装置の印加電圧と反射率(550nm)の特性である。実施例1と同様、ツイスト角によって曲線の急峻性を制御できる。

次に簡単に原理を説明する。第13図はオフ時の液晶層における偏光の変化を示した図である。なお最も簡単な場合であるツイスト角 63° 、 $\Delta n d = 0.2$ 、偏光板角 0° を使って説明する。電圧が零の時に偏光素子によって入射円偏光1302(ここでは右回り円偏光とする)が液晶層に入射したとすると、第13図に示すように梢円偏光の軌跡が変化する。反射面ではほぼ直線偏光1301となり、反射される。再び液晶層を透過し、出射面では逆回りの左回り円偏光1303となり出射する。しかし光の進行方向が逆になっているために $1/4\lambda$ 板を通して直線偏光となった出射光は、直線偏光板を透過できる。その結果、反射率の低下は生じない(オフ状態)。次に電圧が印加された場合を説明する。液晶分子は誘電率の異方性のために、電界方向に

再配列する。これにより入射光に対する複屈折の異方性が消失し、入射した右回り円偏光がそのまま反射し、出射する。この円偏光は1/4入板でオフ状態と直交した直線偏光となり偏光板で阻止され、反射率が低下する（オン状態）。このため実施例1とは反射率の緩軸に対し逆の特性を持つ。

このような偏光の変化を生ずるのは限られた条件のもとであり、これを第14図に示す。この条件は実施例1の第6図（b）と全く同じとなった。これらの条件を鋭意検討した結果、本発明にいたった。つまり液晶層に求められる光学的な特性は、円偏光の入射に対し透過後反射面で直線偏光となること、液晶層を逆に透過したときに入射時と逆の円偏光が出射することのふたつである。実施例1と同一条件で機能するのは、円偏光と直線偏光は直交関係にあり、円偏光は2つの直線偏光の線形結合で記述する事ができ、逆に直線偏光は右円偏光と左円偏光の線形結合で記述できるからである。

本発明は実施例1と同様、透明時の反射率が高

効果を有する。

また、電気光学特性の制御が可能となり、急峻な特性のものはマルチプレックス特性を向上させ、緩やかな特性のものは階調表現性を向上させることができる。

また、オフ時の反射スペクトルがより平坦化される効果があり、広い波長領域を扱う場合の光量の損失低減、色付きの防止が可能となる。

さらに、画素をアドレスする手段によって開口率を減少させることができなく、さらに光量損失を減らす効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。

第2図は液晶の配向を示す斜視図である。

第3図は第1図の装置の印加電圧と反射率（550nm）の特性図である。

第4図は梢円偏光の軌跡図である。

第5図（a）、（b）、（c）は $\Delta n d$ とオフ時

い光シャッターとして用いることができるばかりか、ツイスト角によって制御できる急峻性を利用してライン数の多いXYマトリクスLCDのマルチプレックス駆動にも有効である。

またOFF時の反射スペクトルは、実施例1と反射率軸に対し逆な特性となるが、スペクトルの補償効果により、さらに広いスペクトルを得ることができる。

さらに偏光板角の規定がないために、角度合わせが不要になる製造上のメリットもある。

以上実施例を述べたが、本発明は以上の実施例のみならず、広く反射型の光制御装置に応用が可能である。

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、従来より大きな $\Delta n d$ 値をとれるため、液晶層の厚みに対し製作状のマージンを多くとれる。また出射光がほぼ直線偏光となるため、光量損失が少ないという

の反射率を示すグラフである。

第6図（a）は偏光板角とツイスト角、第6図（b）はツイスト角と $\Delta n d$ の関係を示すグラフである。

第7図は偏光素子にPBSを用いた反射型液晶電気光学装置の構成図である。

第8図はアクティブマトリクスによってアドレスされた反射型電気光学装置の断面図である。

第9図は光によって書き込むタイプの反射型電気光学装置の断面図である。

第10図は本発明の反射型電気光学装置の断面図である。

第11図は第10図の装置のオフ時の反射スペクトルである。

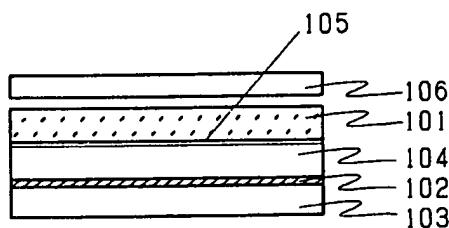
第12図は第10図の装置の印加電圧と反射率（550nm）の特性である。

第13図はオフ時の液晶層における偏光の変化を示した図である。

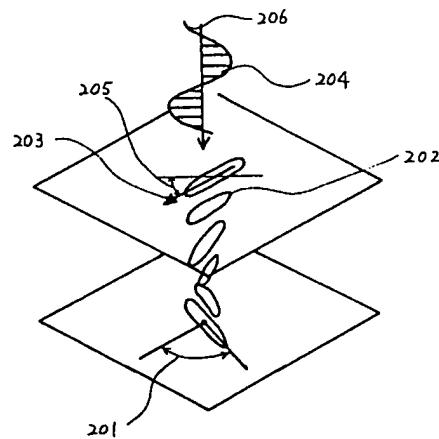
第14図はツイスト角と $\Delta n d$ の関係を示すグラフである。

101,1001 … 透明基板
 102,1002 … 反射体
 103,1003 … 対向基板
 104,1004 … サイストしたネマチック液晶
 106,1006 … 偏光素子
 201 … ツイスト角
 202 … 液晶分子
 203 … ダイレクター（分子軸）
 205 … 偏光板角
 204 … 偏光の電界振動面
 401 … 反射面での円偏光
 402 … 入射直線偏光
 403 … 出射直線偏光
 701 … P B S
 801 … M O S トランジスター
 901 … 光導電体
 902 … 液晶層
 903 … 反射ミラー
 1301 … 直線偏光
 1302 … 入射円偏光

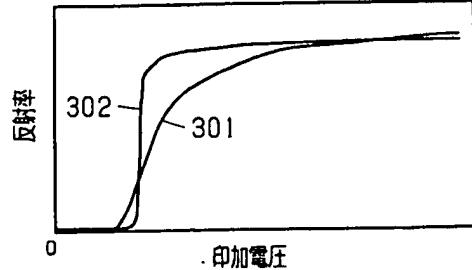
1303 … 出射円偏光
 以上
 出願人 セイコーエプソン株式会社
 代理人 弁理士 鈴木喜三郎（他1名）



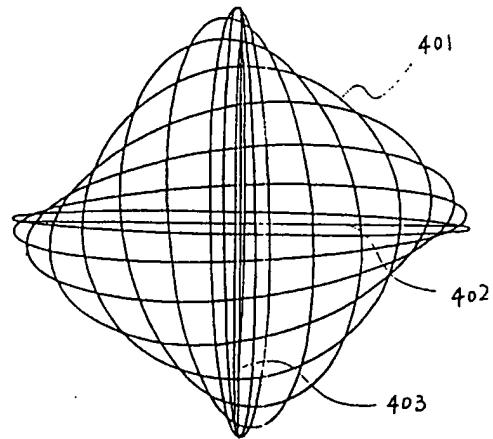
第1図



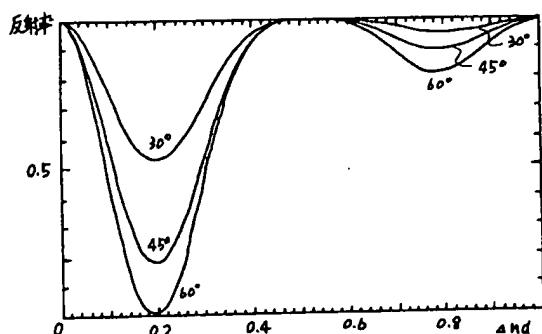
第2図



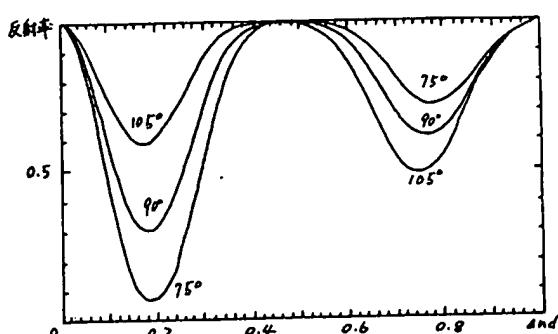
第3図



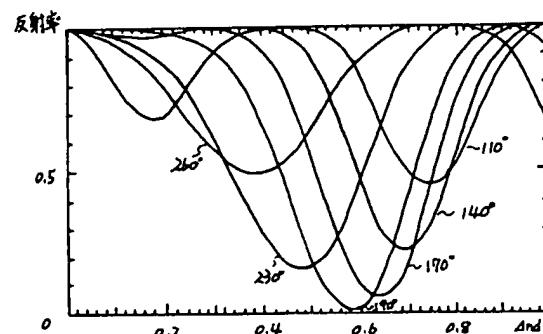
第4図



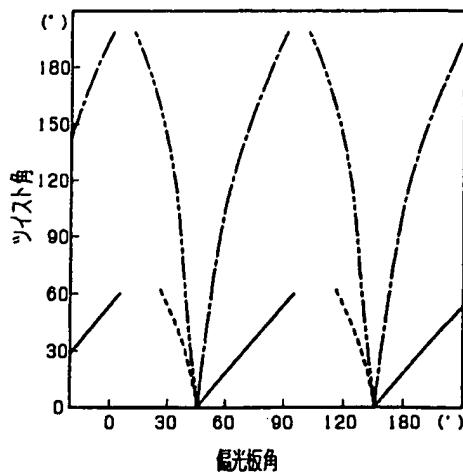
第5図(a)



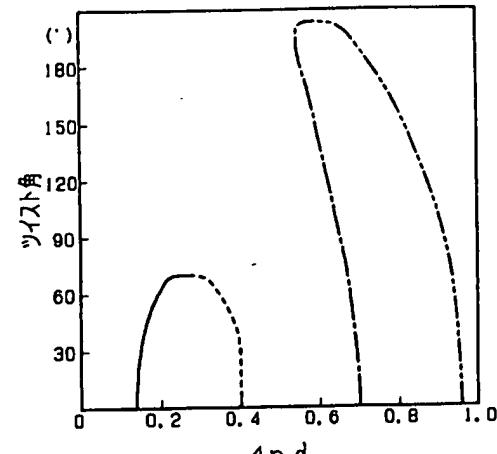
第5図(b)



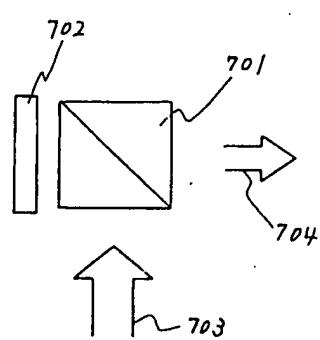
第5図(c)



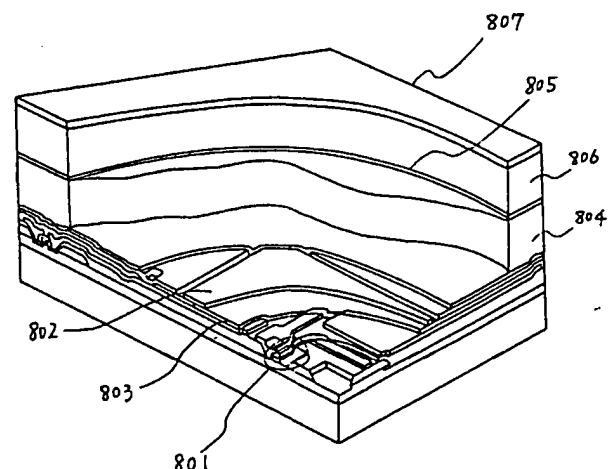
第6図(a)



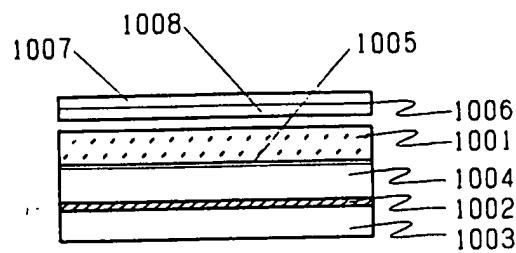
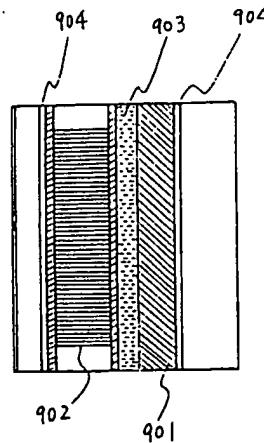
第6図(b)



第7図

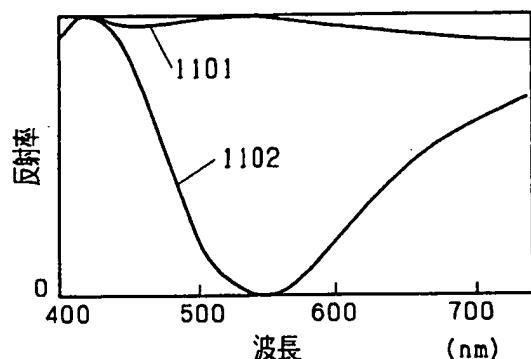


第8図

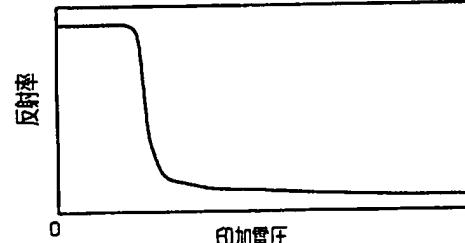


第10図

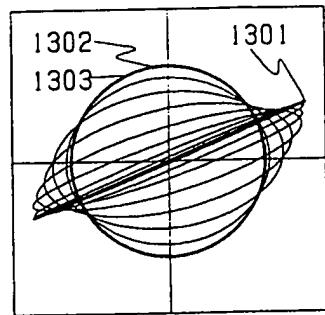
第9図



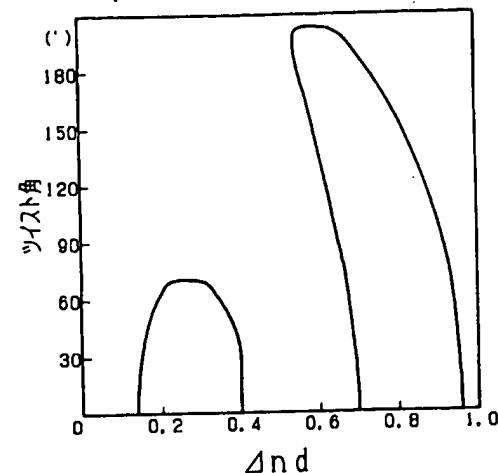
第11図



第12図



第13図



第14図